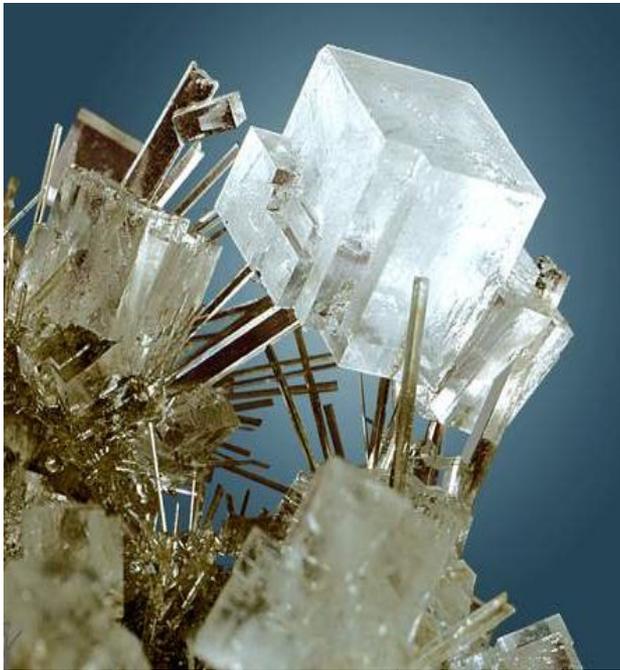


Минералы и кристаллы. Свойства минералов.

Камень – твердое тело (минералы, обломки горных пород).

Минерал - (*minera* – камень, из которого получают металл) - природное элементарное геологическое тело, обладающее составом (атомным) и строением (кристаллическое, аморфное), возникающее в определенных термодинамических и физико-химических обстановках как на поверхности Земли, так и в ее недрах.

Руда – минералы, породы, из которых экономически выгодно извлекать металл.



Минералы чаще всего встречаются в виде зерен. При благоприятных условиях минералы принимают форму кристалла.

Кристалл – твёрдое тело с характерным периодичным расположением атомов (ионов) в узлах структурного каркаса, может иметь форму многогранника (в 1888 г. австр. ученый Ф. Рейницер установил существование жидких кристаллов).

Фианит



Кристаллическая решетка возникает как следствие размещения ионов с учетом сил их отталкивания и притяжения наиболее плотно друг к другу, при условии трёхмерной периодичности.

Кристаллическое вещество всегда **анизотропно** - физические свойства по непараллельным направлениям различны.

Ряд минеральных образований имеет **аморфное строение** (обсидиан, янтарь, твердые нафтиды) с беспорядочным расположением составляющих его атомов (молекул) и **изотропностью** (физические свойства одинаковы во всех направлениях).

В процессе свободного роста кристаллы всегда стремятся принять форму характерную именно для данного вещества (самоограниться). Аморфные вещества не способны к самоогранению.



Морфологические свойства

Каждому химическому соединению, находящемуся в кристаллическом состоянии при заданных РТ условиях, соответствует определенная кристаллическая структура, влияющая на внешнюю форму и анизотропию физических свойств.

Элементы формы кристаллов: грань, ребро, вершина, гранный угол.

Симметрия кристаллов – закономерная повторяемость в пространстве геометрических элементов кристаллов.

Форма и размеры кристаллов могут варьировать, но все кристаллы конкретного минерала будут иметь одну и ту же симметрию!

Грани, ребра и вершины кристаллов связаны между собой элементами симметрии – воображаемыми линиями (осями) и плоскостями, которые могут проходить через центр кристалла (центр симметрии).

Существует **32 вида** симметрии.

Облик минеральных индивидов



Silber
F Himmelfürst Fundgrube
Brand-Erbisdorf bei Freiberg, Sachsen
Deutschland



Antimonit, Calcit, Quarz
F Chashan, Nandan, Guangxi
China



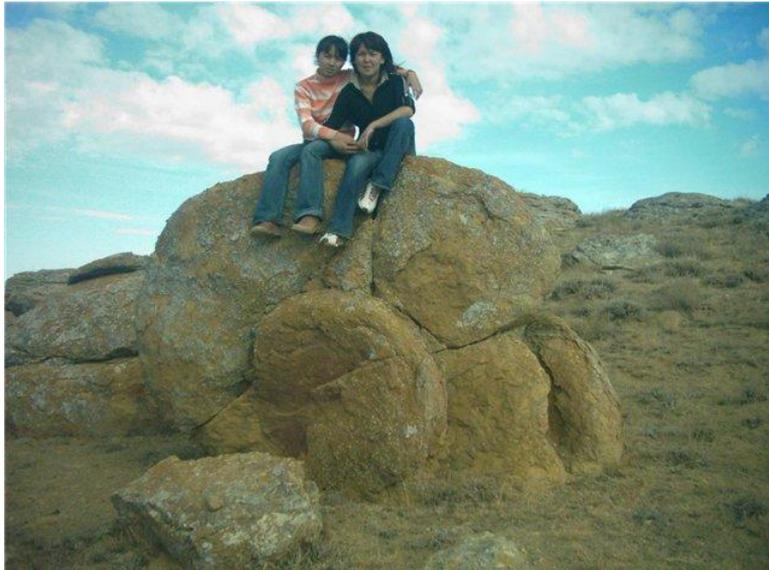
Baryt, Quarz
F Tizi-n-Tichka, Quarzozate
Marokko



Smaragd, Quarz, Muskovit
F Dayikou, Malipo, Yunnan
China

Облик минеральных агрегатов

1. Друзы, щетки
2. Конкреции
3. Секреции
4. Землистые, зернистые агрегаты



5. Розы

6. Оолиты

7. Дендриты

8. Почковидные формы

9. Натечные формы



Псевдоморфозы (ложные формы) – копии других минералов или органических образований



Оптические свойства

- Цвет
- Цвет черты
- Блеск
- Прозрачность

Физико-механические свойства

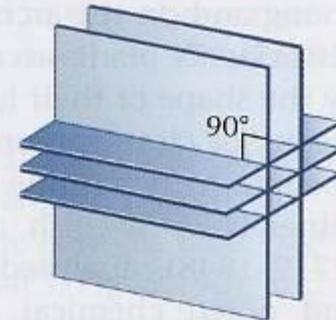
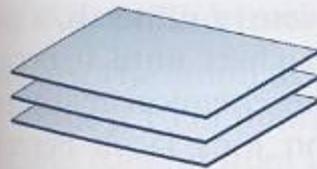
- Твердость
- Спайность
- Излом
- Плотность

Химические свойства

- Растворимость
- Реакции с кислотами и основаниями

Особые свойства

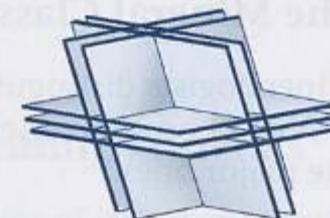
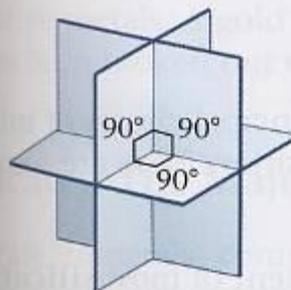
- Магнитность
- Вкус
- Люминесценция



(a)



(b)



(d)

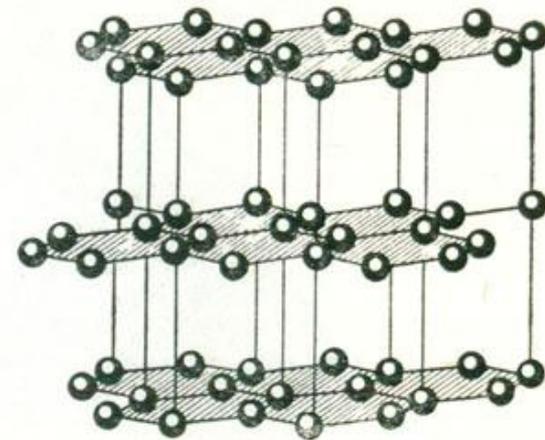
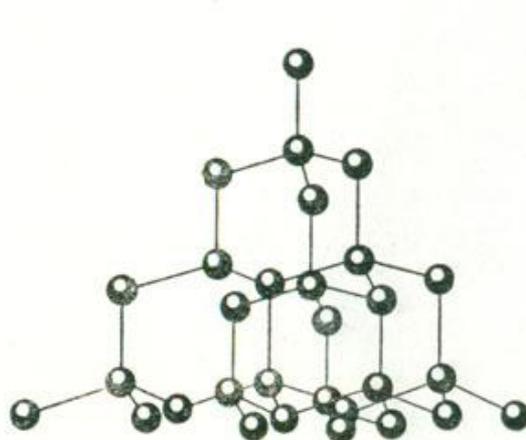


(e)

Идентичные по химическому составу минералы с разной структурой и соответственно имеющие разный облик и свойства, относятся к различным минеральным видам. Это явление называется **полиморфизмом**.

Например:

- алмаз, графит и фуллерен (C);
- кальцит и арагонит (CaCO_3);
- пирит и марказит (FeS_2).



В кристаллических решетках минералов один химический элемент может быть замещен другим, если их заряды совпадают по знаку, близки по атомным весам, а ионные радиусы различаются менее чем на 15%, при этом вещества различные по составу кристаллизуются в одинаковых формах.

*Это явление носит название **изоморфизм**.*

Fe может быть замещено Al, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Zn, Ga, In, Pt; медь может быть замещена Co, Ni, Zn, Ga, Ag, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi. Поэтому большинство химических формул минералов носит качественный характер, указывает только главные (видообразующие) компоненты состава и их примерное соотношение.

Принципы классификации минералов

- *состав*
- *строение*

*Термин «минерал» применяется как по отношению к конкретным кристаллам и зернам - минеральным **индивидам**, так и к их определенным группам, выделяемым по химическому составу и структурным признакам – минеральным **видам**.*

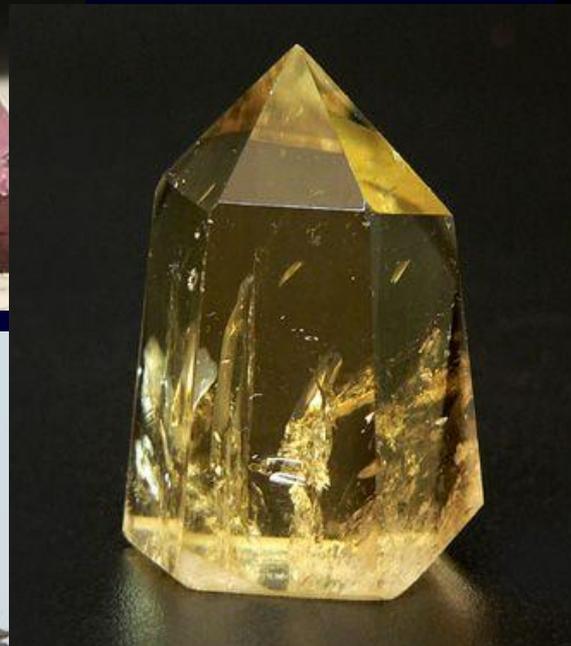
Кварц SiO_2

Горный хрусталь

Розовый кварц



Морион



Цитрин



Аметист

**Главнейшие
породообразующие, рудные
и ювелирные минералы**

Самородные элементы и сульфиды

Золото Au

Дендриты, самородки.

Цвет: золотисто-
желтый

Блеск: металлический



Твердость: 2,5

Плотность: 15,5-18,3 (19,3)

Ковкое,
проводит
тепло и
электричество

Драг.металл,
ювелирные изделия,
покрытия в авиа- и
космической технике



1-й самый большой
самородок золота в
мире найден в
Австралии в 1872 г.

«Плита Хольтермана»,
вес 83 кг.



«Большой треугольник» найден в 1842 г. на реке Миас на Урале, весит 36 кг. Принадлежит Алмазному фонду России.

Серебро Ag

Проволочные агрегаты,
дендриты, самородки.

Цвет: серебряно-белый

Блеск: металлический

Твердость: 2,5

Плотность: 10-11

Излом: крючковатый

Ковкий, наилучший
проводник тепла и
электричества



Монеты, ювелирные
изделия, антисептик,
зеркала, электроды

Медь Cu

Дендриты, самородки

Цвет: медно-красный

Блеск: металлический

Твердость: 3

Плотность: 8,5-9

Излом: крючковатый

Легко окисляется

Ковкая, проводит
электричество



Платина Pt

Самородки

Цвет: стально-серый и
серебряно-белый

Блеск: металлический

Твердость от 3,5 до 5,5

Плотность: **13,1-21,5 г/см³.**



Наиболее крупные самородки
найжены на Среднем Урале в
районе Нижнетагильского
массива.



Самородок весом 5112 г., Нижний Тагил, Урал. Горный музей

Платиноносные россыпи Урала пользуются мировой известностью. Здесь был найден крупнейший в мире самородок платины массой 9,6 кг.

Сера S

Кристаллы, пластинки,
землистые агрегаты

Цвет: желтый

Блеск: алмазный,
жирный

Твердость: 1-2

Спайность:
совершенная

Производство серной
кислоты, спичек,
взрывчатых веществ.



Графит С



Чешуйчатые, землистые агрегаты

Цвет: стально-серый

Черта: стально-серая

Блеск: полуметаллический

Твердость: 1

Плотность: 2

Спайность: весьма совершенная

Алмаз С



Кристаллы в форме октаэдров

Цвет: бесцветный, желтоватый, синий, красный, черный.

Блеск: алмазный

Твердость: 10

Плотность: 3,5

Спайность: совершенная

**АЛРОСА –
крупнейшая компания,
добывающая 25%
алмазов в мире**



Молибденит MoS_2

Розетки, листочки, чешуйки

Цвет: серый с голубоватым оттенком

Черта: серая, при растирании зеленеет

Блеск: металлический

Твердость: 1

Спайность: весьма совершенная



Галенит PbS



Кубические кристаллы
Цвет: свинцово-серый
Черта: темно-серая
Блеск: металлический
Твердость: 3
Спайность: совершенная по кубу
Плотность: 7

Сфалерит ZnS



Тетраэдрические кристаллы
Цвет: желтый, коричневый, черный
Блеск: алмазный
Твердость: 3-4
Спайность: совершенная

Пирротин $\text{Fe}_{x-1}\text{S}_x$



Пластинчатые кристаллы,
сплошные массы
Цвет: бронзово-желтый
Черта: серо-черная
Блеск: металлический
Твердость: 4
Спайность: несовершенная
Магнитен

Пентландит $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$



Вкрапления в пирротине
Цвет: бронзово-желтый
Черта: зеленовато-черная
Блеск: металлический
Твердость: 3-4
Спайность: совершенная

Пирит FeS_2

Кубические кристаллы, конкреции

Цвет: соломенно-желтый

Черта: черная

Блеск: металлический

Твердость: 6

Спайность: -



Халькопирит CuFeS_2

Сплошные массы

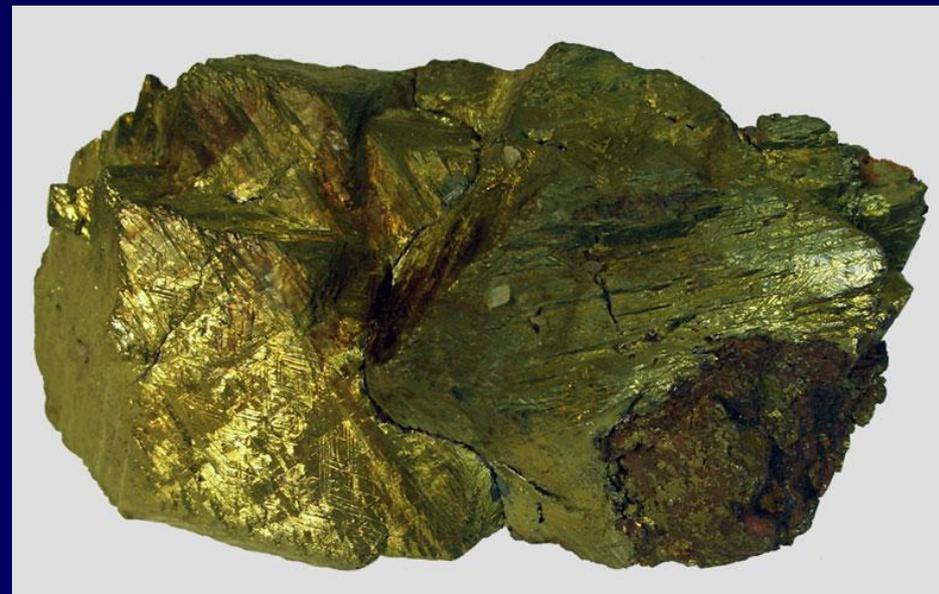
Цвет: латунно-желтый, радужная побежалость

Черта: зеленовато-черная

Блеск: металлический

Твердость: 3-4

Спайность: несовершенная



Киноварь HgS

Зерна, примазки, кристаллы

Цвет: малиново-красный

Черта: алая

Блеск: алмазный

Твердость: 2

Спайность: совершенная



Антимонит Sb_2S_3

Удлиненные кристаллы со штриховкой, радиально-лучистые агрегаты

Цвет: свинцово-серый, синяя побежалость

Черта: серая

Блеск: металлический

Твердость: 2

Спайность: совершенная



Оксиды и гидроксиды

Кварц SiO_2

Столбчатые, призматические кристаллы, друзы, зерна.

Блеск: стеклянный, жирный

Твердость: 7

Спайность: весьма несовершенная

Розовый кварц



Морион



Цитрин



Горный хрусталь



Аметист



Халцедон



Агат



Сердолик



Моховой агат



Хризопраз



Агат и оникс



Опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

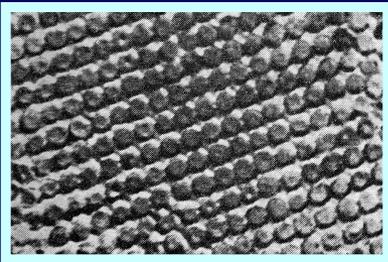
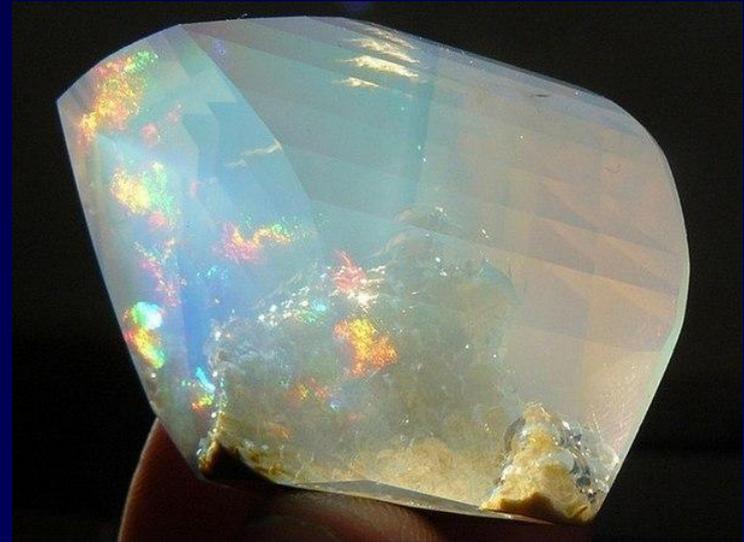
Глобулярная форма аморфного кремнезема.

Плотные кле- и стеклоподобные массы, жилки, натеки.

Цвет: разный

Блеск: матовый, восковой

Твердость: 5-6,5



Диаметр глобул
150-200 нм



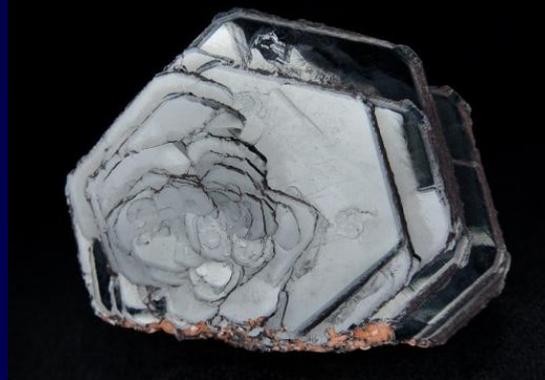
Гематит Fe_2O_3

Цвет: стально-серый,
ярко-красный

Черта: вишнево-
красная

Блеск: металлический

Твердость: 6



таблитчатый



пластинчатый



чешуйчатый
(железная слюдка)



землистый
(железная сметана)



полосчатый агрегат



почковидный
(красная голова)

Хромит FeCr_2O_4 Магнетит FeFe_2O_4

Цвет: черный
Черта: черная
Блеск: полу-, металлический
Твердость: 6
Сильно магнитен

Цвет: черный
Черта: табачно-желтая, коричневая
Блеск: металлический
Твердость: 5,5-7,5



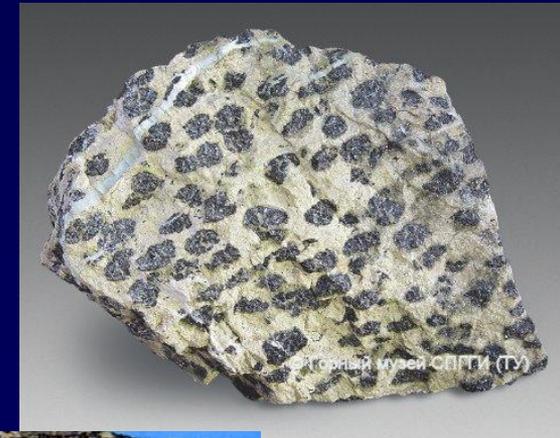
октаэдрические
кристаллы



ромбододекаэдрические
кристаллы

зерна,
жилки,
сплошные массы

Нодули в
серпентине



Зерна

Касситерит ~~и~~ Вольфрамит (Fe,Mn)WO₄

Столбчатые, игольчатые
кристаллы

Цвет: коричневый, черный

Блеск: алмазный

Твердость: 6-7

Спайность: несовершенная

Плотность: 6,8-7,1



Уплощенные (досковидные)
кристаллы

Цвет: буровато-черный (с
красноватым оттенком)

Черта: светлее

Блеск: алмазный

Спайность: совершенная

Твердость: 4-5,5

Плотность: 7,1-7,5



Корунд Al_2O_3

Кристаллы со штриховкой,
зернистые массы (наждак)

Цвет: красный (рубин), синий
(сапфир)

Блеск: стеклянный

Твердость: 9

Отдельность поперек удлинения



Рубины и сапфиры из Бирмы, Шри-Ланки



Корунд в плагиоклазите



Корона Российской Империи – в ней венчали на царство

Не рубин, а шпинель!



«Повседневная» корона.
Корона Российской Империи лежит слева.
Не рубин, а шпинель!



Иоганн Батист Лампи
Старший

Гидроксиды алюминия



При химическом выветривании:

- **выносятся** Na и K, Mg и Ca, SiO₂
- **накапливается** Al₂O₃



кпш

гидромусковит

каолинит

гиббсит

Гидроксиды Fe

Почковидные агрегаты, оолиты, конкреции, сплошные массы

Цвет: буровато-черный)

Черта: охристо-желтая

Блеск: матовый, смоляной

Твердость: 1-2, до 5



Гётит

Охра

Гидроксиды Mn

Почковидные агрегаты, оолиты, конкреции, сплошные массы

Цвет: буровато-черный)

Черта: черная, коричневая

Блеск: матовый

Твердость: 1-2, до 5



Реакция с бензидином!



Фосфаты

Апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$

Цвет: **зеленый, голубой**

Блеск: **стеклянный**

Агрегаты: **призматические кристаллы, сахаровидные агрегаты, псевдоморфозы по костям животных**

Твердость: **5**

Спайность: **несовершенная**



Карбонаты

Кальцит CaCO_3

Кристаллы, зерна, друзы, сталактиты и сталагмиты

Цвет: светлоокрашенный

Блеск: стеклянный

Твердость: 3

Спайность: совершенная

Реагирует с HCl , двупреломление



Известняк, мрамор (стройматериалы), мел, флюс в металлургии, прозрачные кристаллы (исландский шпат) в оптике.

Малахит



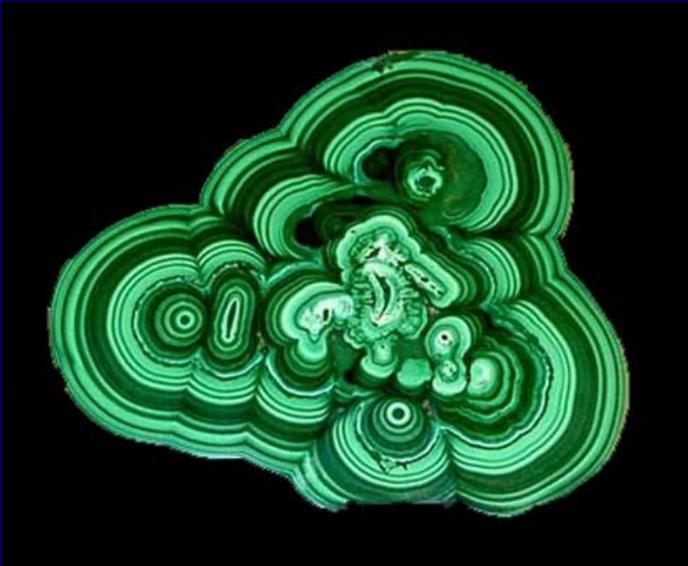
Агрегаты: почковидные,
радиально-лучистые,
землистые

Цвет: ярко-зеленый

Блеск: стеклянный, шелковистый,
матовый

Твердость: 3,5-4

Ювелирно-поделочный камень,
зеленый пигмент, источник Cu



Азурит



Агрегаты: землистые, друзы

Цвет: темно-синий, голубой

Блеск: стеклянный, матовый

Твердость: 3,5-4

Синий пигмент, второстепенный
источник Cu



Сульфаты

Гипс $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$

Цвет: белый, бесцветный, серый

Блеск: стеклянный, перламутровый

Облик, агрегаты: таблитчатые кристаллы, друзы
розы, волокна (селенит), двойники (ласточкин
хвост)

Твердость: 2

Спайность: совершенная

Плотность: 2

Производство штукатурки, шпатлевки, в
медицине, поделочный камень



Галоиды

Галит NaCl

Сильвин KCl

Цвет: бесцветный, белый, синий, красный

Блеск: стеклянный, жирный

Облик, агрегаты: кубические кристаллы, зерна, корки, друзы

Твердость: 2

Спайность: весьма совершенная

Плотность: 2

Соленый вкус, растворяется в воде

Пищевая соль

Горько соленый вкус

Удобрение



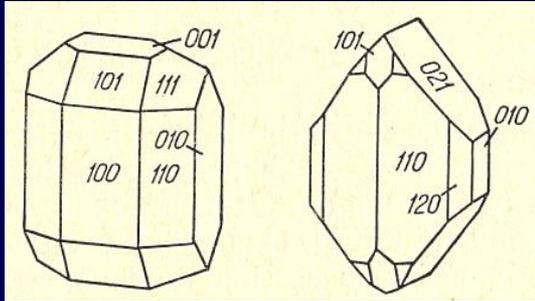
Флюорит CaF_2



- Цвет: белый, зеленый, фиолетовый
- Блеск: стеклянный тусклый
- Облик, агрегаты: кубические, октаэдрические кристаллы, зерна
- Твердость: 4
- Спайность: совершенная
- Плотность: 3
- Флюоресценция
- Флюс, сырье для плавиковой кислоты

Силикаты

Оливин $(\text{Fe},\text{Mg})_2[\text{SiO}_4]$



Изометричные зерна, короткостолбчатые кристаллы
Цвет от зеленого до черного
Блеск стеклянный
Спайность несовершенная, излом раковистый
Твердость 6,5-7



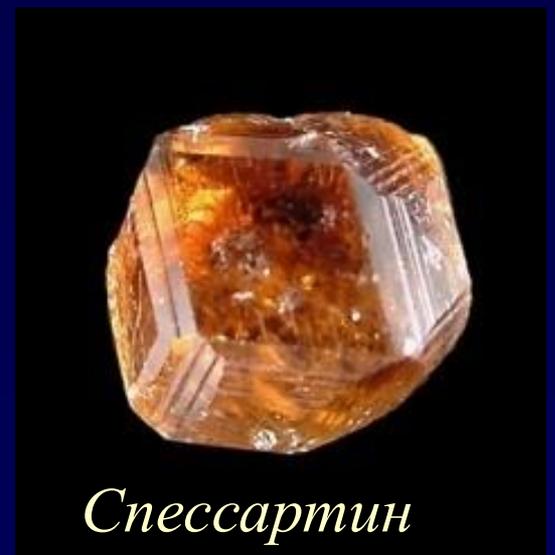
Гранаты $R_2R_3[SiO_4]_3$



Пироп



Альмандин



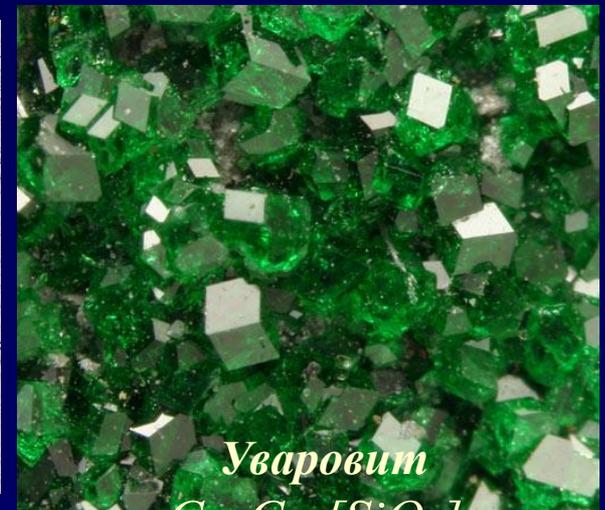
Спессартин



Андрадит



Гроссманн



Уваровит



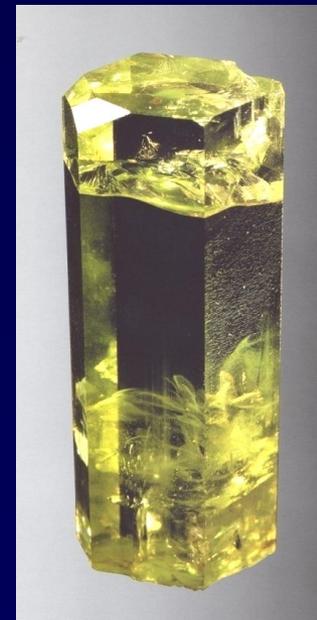
Берилл $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$



Изумруд



Аквамарин



Гелиодор



Топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F},\text{OH})_2$

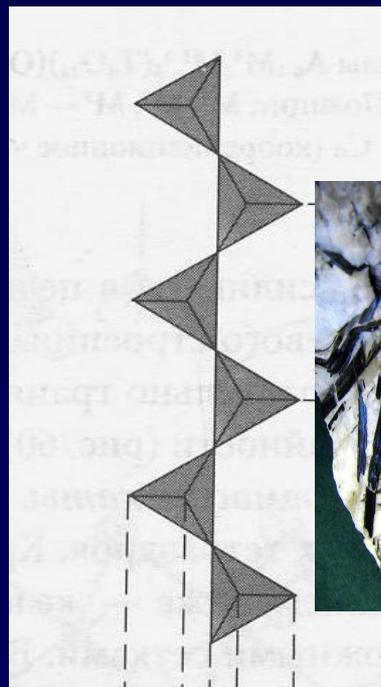
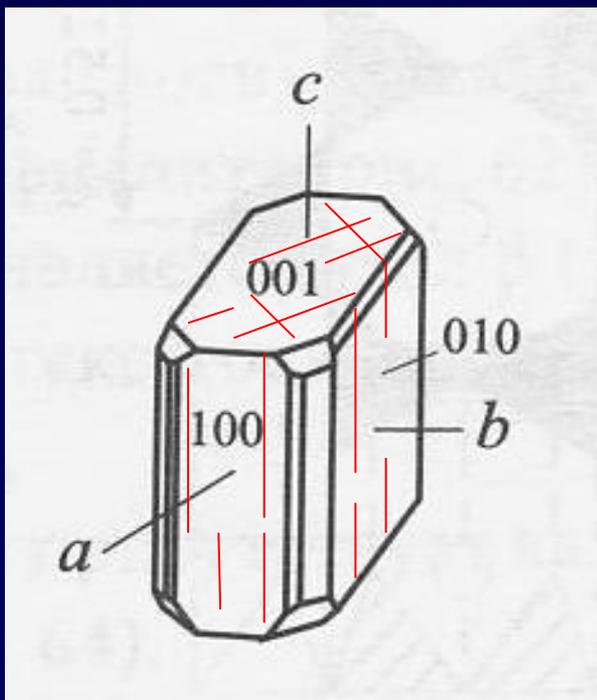


Мурзинка,
Алабашка (Урал)



Урал
Даря Александра I

Пироксены

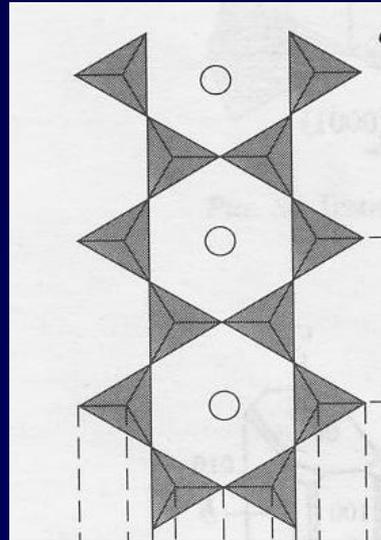
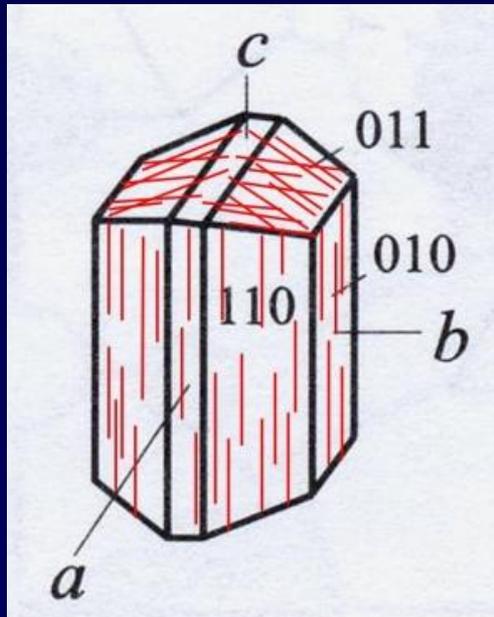


Анионный радикал Si_2O_6

Короткостолбчатые.

Спайность по двум направлениям под 90 градусов.

Амфиболы



Анионный радикал Si_4O_{11}
Длинностолбчатые.
Спайность по двум направлениям
под 120 градусов.



Каолинит $\text{Al}_2\langle\text{Si}_2\text{O}_5\rangle(\text{OH})_4$



Si
Al,
OH





Виноградовское клеймо и марка фарфора, 1749 г. «Обстоятельное описание чистого порцелина» (1752)



«Кобальтовая сеточка» - память о блокаде Ленинграда.

Автор узора – Анна Яцкевич

*Ф
ск*



*Амур. Скульптор Фальконе
Выполнен из бисквита.*

Серпентин $Mg_3 \langle Si_2O_5 \rangle (OH)_4$



Цвет: зеленый

Блеск: жирный,
шелковистый

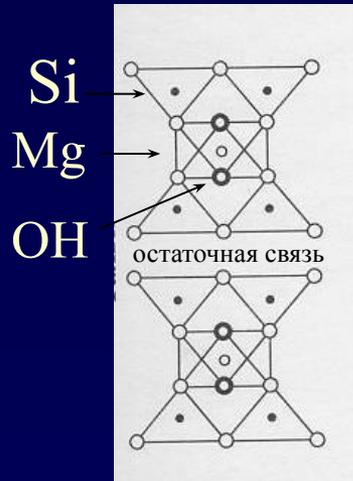
Агрегаты: сплошные
массы, волокнистые

Твердость: 3, у хризотил-
асбеста 1,5-2



*Волокнистая
разновидность –
хризотил-асбест*

Тальк $\text{Mg}_3\langle\text{Si}_4\text{O}_{10}\rangle(\text{OH})_2$



Цвет: бледно-зеленый

Блеск: перламутровый

Агрегаты: чешуйчатые

Твердость: 1

Спайность: весьма совершенная

Мылкий на ощупь

Слюды

Мусковит



Биотит



Флогопит



Вермикулит - гидрослюда



Пластинчатые кристаллы
Стеклянный, перламутровый блеск
Твердость 2,5
Весьма совершенная спайность

Полевые шпаты

Щелочные полевые шпаты



Плагиоклазы



Нефелин $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$

Серый, зеленый, красный
Жирный, стеклянный блеск
Твердость 5-6
НЕ встречается с кварцем

